

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS
E HEMATOLÓGICOS DE EQUINOS ATLETAS
PRATICANTES DE MODALIDADE ESPORTIVA DE ALTA
INTENSIDADE E CURTA DURAÇÃO**

Maria Lorena de Assis Candido
Educadora física

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS
E HEMATOLÓGICOS DE EQUINOS ATLETAS
PRATICANTES DE MODALIDADE ESPORTIVA DE ALTA
INTENSIDADE E CURTA DURAÇÃO**

Maria Lorena de Assis Candido

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Danila Barreiro Campos

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Maria Lindomárcia Costa

Coorientador: Prof^a. Dr^a. Simone Bopp

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

2016

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia - PB*

C217a Candido, Maria Lorena de Assis.
Avaliação de parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hematológicos de equinos atletas praticantes de modalidade esportiva de alta intensidade e curta duração / Maria Lorena de Assis Candido. – Areia - PB: CCA/UFPB, 2016.

47 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.
Orientador (a): Dra. Danila Barreiro Campos.

1. Cavalo atleta. 2. Equinos – esporte. 3. Performance. 4. Exercício. I. Campos, Danila Barreiro (Orientador) II. Título

UFPB/CCA CDU 636.1(043.3)

MARIA LORENA DE ASSIS CÂNDIDO

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS,
BIOQUÍMICOS E HEMATOLÓGICOS DE EQUINOS
ATLETAS PRATICANTES DE MODALIDADE
ESPORTIVA DE ALTA INTENSIDADE E CURTA
DURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal da
Paraíba, como parte das exigências
para a obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal. Área de
Concentração Saúde Animal do brejo
paraibano.

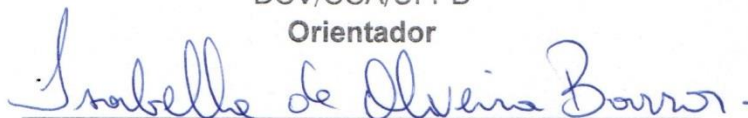
APROVADA EM 14/12/2016

BANCA EXAMINADORA



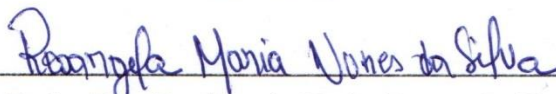
Profa. Dra. Danila Barreiro Campos
DCV/CCA/UFPB

Orientador



Profa. Dra. Isabella de Oliveira Barros
DCV/CCA/UFPB

Examinador



Profa. Dra. Rosângela Maria Nunes da Silva
UAMV/CSTR/UFCG

Examinador

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Maria Lorena de Assis Candido – Nascida em Areia, Paraíba, no dia 02 de janeiro de 1982. Possui graduação licenciatura em Educação Física pela Universidade Federal da Paraíba, Campus I e especialização em Saúde Coletiva pelas Faculdades Integradas de Patos. É servidora docente, lotada no Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais atuando na área práticas desportivas no Centro de Ciências Agrárias, no Campus II, da Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB desde 2010.

EPÍGRAFE

“Comece fazendo o necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível.”

São Francisco de Assis

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Ivandro por ser meu maior incentivador e por me apoiar incondicionalmente em todos os meus projetos. Aos meus amados filhos, Gabriel e Izadora que mesmo tão pequenos souberam compreender e aceitar a minha ausência. Apos vocês, obrigada por fazerem parte de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, por conduzir meus caminhos, e por me proporcionar muitas bênçãos durante minha caminhada.

Aos meus pais, Francisco Leandro de Assis (*in memoriam*) e Terezinha Serafim de Assis, por todo esforço, amor e dedicação. Por me conduzirem na vida através do seu exemplo me transformando em uma pessoa batalhadora e fiel aos princípios que acredito.

A minha grande família, pela base sólida e apoio em todas as horas e situações.

Ao meu esposo Ivandro e meus filhos Gabriel e Izadora, por estarem ao meu lado em todos os momentos e por serem os motivos mais doce e sublime para continuar na luta por dias melhores.

A minha orientadora Danila Barreiro Campos, meus sinceros agradecimentos por ter me acolhido e acreditado na minha proposta de trabalho. Obrigada pela confiança, carinho, amizade, parceria e competente orientação.

A minha coorientadora Maria Lindomárcia Leonardo da Costa pela sua valiosa contribuição, pelos ensinamentos, amizade e principalmente pelo modo como conduziu esta coorientação.

A minha coorientadora Simone Bopp pelas suas contribuições.

A Fazenda Brejo, nas pessoas de Steve Bezerra e Safira Bispo que nos abriram as portas do seu centro de treinamento e possibilitaram a realização deste experimento.

Ao professor Guilherme Rocha Moreira por todo suporte estatístico deste trabalho.

As técnicas do Laboratório de Patologia Clínica (Lurdinha) e Química Analítica (Teresiana) meu muito obrigada pelo apoio e colaboração na análise das amostras.

Ao coordenador prof. Ricardo Romão Guerra, todos os docentes, técnicos administrativos e alunos do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, pelo apoio e conhecimento adquirido.

A CAPES através do PROCAD/CNPQ n 88881.068412/2014-01 pela compra dos materiais necessários para análises.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| LISTA DE QUADROS..... | ii |
| LISTA DE ABREVIACÕES..... | iii |
| RESUMO GERAL..... | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 1 |
| Capítulo I – Evaluation of physiological, biochemical and Hematological parameters of equine athletes sport practitioners of high intensity and short duration..... | 8 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 29 |
| REFERÊNCIAS..... | 30 |

LISTA DE TABELAS

Capítulo I - Evaluation of physiological, biochemical and Hematological parameters of equine athletes sport practitioners of high intensity and short duration

| | Página |
|---|-----------|
| TABLE 1. Physiological parameters of equine athletes submitted to high intensity and short duration race test. | 27 |
| TABLE 2. Biochemical parameters of equine athletes submitted to high intensity and short duration race test. | 27 |
| TABLE 3. Complete blood count of equine athletes submitted to the high intensity and short duration test. | 28 |

LISTA DE ABREVIACES

Capítulo I - Evaluation of physiological, biochemical and Hematological parameters of equine athletes sport practitioners of high intensity and short duration

| | |
|------------------------|--|
| ALB | Albumina |
| AST | Aspartato Aminotransferase |
| Ca⁺⁺ | Clcio |
| CHCM | Concentração de hemoglobina corpuscular média |
| CK | Creatina Quinase |
| Cl²⁻ | Cloreto |
| COL | Colesterol |
| FC | Frequncia Cardaca |
| FR | Frequncia Respiratria |
| K⁺ | Potssio |
| LAC | Lactato |
| LDH | Lactato Desidrogenase |
| Mg²⁺ | Magnésio |
| Na⁺ | Sódio |
| P | Fósforo |
| PT | Proteínas Totais |
| TR | Temperatura Retal |
| TRI | Triglicerídeo |
| VCM | Volume corpuscular médio |

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS E HEMATOLÓGICOS DE EQUINOS ATLETAS PRATICANTES DE MODALIDADE ESPORTIVA DE ALTA INTENSIDADE E CURTA DURAÇÃO

RESUMO GERAL - Em virtude de características morfofisiológicas privilegiadas e alta capacidade de adaptação a esforços extremos, os equinos apresentam um excelente perfil atlético muito explorado pelo homem para o desporto de alto rendimento. Neste nível verifica-se uma exigência física muito elevada que pode ter como consequência sérias alterações fisiológicas, bioquímicas e hematológicas em função do treinamento adotado que podem comprometer o estado clínico do animal, seu bem estar e desempenho atlético. Modalidades esportivas que demandam respostas orgânicas rápidas, e que exigem um esforço físico de alta intensidade, mas de curta duração, refletidos em largada rápida, agilidade na mudança de direção, paradas abruptas e elevada força física ainda constituem pouca informação literatura, sendo necessário ampliar o conhecimento relacionados à fisiologia animal durante o exercício, para que se possa obter o maior proveito dos potenciais genéticos e do treinamento individualizado. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hematológicos de equinos atletas praticantes de modalidade esportiva de alta intensidade e curta duração em situação de treino. Para tanto 4 equinos da raça Quarto de Milha com idade \pm 3,5 a 7 anos, foram mantidos em baias individuais e submetidos as mesmas práticas de manejo nutricional, sanitário e treinamento. Um teste de corrida de curta distancia com esforço intenso foi realizado 3 vezes em uma pista de 75 metros com duração média de 20 segundos e intervalos de dois minutos. A coleta dos dados foi determinada nos momentos de repouso, imediatamente após o teste (final da terceira corrida) e 5, 20 e 50 minutos após o teste. Os resultados indicaram aumentos significativos dos parâmetros fisiológicos (FC, FR e TR) parâmetros bioquímicos (lactato, CK, LDH, proteínas totais, albumina, colesterol, triglicerídeos, Ca^{++} , P, Mg^{2+} , Na^+) e parâmetros hematológicos (hematócrito, número de hemácias, hemoglobina e número de linfócitos). Observou-se que ao longo dos tempos avaliados houve diminuições significativas nos valores das variáveis analisadas, permitindo concluir que o tipo de

exercício físico imposto demonstra ser eficaz para observação e avaliação do comportamento das variáveis fisiológicas, bioquímicas e hematológicas diante os estímulos de alta intensidade e curta duração, e que o teste proposto pode ser uma ferramenta prática no acompanhamento e avaliação dos efeitos do treinamento nas modalidades competitivas que necessitam de grande esforço físico.

Palavras-chave: cavalo atleta; esporte; performance; exercício.

EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF EQUINE ATHLETES SPORT PRACTITIONERS OF HIGH INTENSITY AND SHORT DURATION

OVERALL ABSTRACT - Due to their privileged morphophysiological characteristics and high adaptability to extreme effort, horses have an excellent athletic profile that is highly exploited by man for high performance sports. At this level, great physical requirements caused by the adopted training can cause serious physiological, biochemical, and hematological alterations that can compromise the clinical state, well-being, and athletic performance of the animal. Literature has few sport modalities that demand fast organic responses and high-intensity, although short-lasting, physical effort, such as fast starts, agility in changing directions, abrupt stops, and great physical strength. Thus, it is necessary to expand knowledge related to animal physiology during exercise, so as to obtain greater benefit of genetic potential and individualized training. This study aimed to evaluate physiological, biochemical and hematological parameters of equine athletes training for high intensity, short duration sports in a training situation. For this, 4 Quarter Horses \pm 3.5 to 7 years of age were kept in individual stalls and submitted to the same nutritional, sanitary and training management practices. A short-distance race test with intense effort was performed 3 times on a 75-meter track with an average duration of 20 seconds and at two-minute intervals. Data collection was determined at rest, immediately after the test (at the end of the third race) and 5, 20 and 50 minutes after the test. The results indicated significant increases of the physiological parameters (HR, RR and RT) biochemical parameters (lactate, CK, LDH, total protein, albumin, triglyceride cholesterol, Ca^+ , P^+ , Mg^{2+} , Na^+) and hematological parameters (hematocrit, number of red blood cells, hemoglobin and number of lymphocytes). It had been observed that At the time of the evaluated period there were significant decreases in the values of the analyzed variables, allowing to deduce that the type of physical exercise imposed proves to be effective for observation and evaluation of the behavior of the physiological, biochemical and hematological variables for high intensity, short duration stimuli and that the proposed test can be a practical tool in monitoring and

evaluating the effects of training on the competitive modalities that require great physical effort.

Key Words: horse athlete; sport; performance; exercise.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O cavalo é um dos poucos animais que apresenta em sua história registro de um processo evolutivo bem detalhado. Data de 50 milhões de anos atrás o registro de fósseis do que seria o primeiro cavalo primitivo. A relação Homem – Cavalo, e sua domesticação sempre foram importantes instrumentos para conquistas de territórios e manutenção da soberania de todos os povos espalhados pelo mundo (MIRIAN, 2008).

Os esportes com cavalos são quase tão antigos quanto sua domesticação (RINK, 2008). A inclusão do cavalo no esporte vem de longa data, desde os Jogos Olímpicos disputados na Grécia Antiga. Diversas são as modalidades esportivas que integram o homem ao cavalo com a finalidade de alto rendimento. No Brasil, o esporte equestre vem sendo bastante difundido. Data-se de 1641 o primeiro registro oficial de competições envolvendo cavalos (SOUZA LIMA et al., 2006).

Dentre as inúmeras utilizações do cavalo na prática esportiva, Souza Lima et al. (2006), citaram as seguintes modalidades praticadas no Brasil: 1) Rodeio, a atividade tem apresentado grande crescimento desde meados da década de 90 realiza um grande número de competições, contando com mais de 1.000 provas oficiais (Cutiano, Bareback, Sela americana, 6 Balizas, 3 e 5 Tambores, Maneabilidade e Velocidade, Rédia, Team Penning, Western Pleasure, Laço de Bezerro, Laço em dupla, Bulldogging, Freio de ouro, etc.) 2) Conformação, 3) Enduro, 4) Hipismo 5) Hipismo Paraolímpico, 7) Hipismo Rural, 8) Adestramento, 9) Salto, 10) Concurso Completo de Equitação (CCE), 11) Volteio, 12) Cavalgada, 13) Vaquejada, 14) Pólo, 15) Equitação de trabalho, 16) Corrida, 17) Horseball, 18) Arquearia a cavalo.

Para que o cavalo atleta consiga alcançar e manter um alto potencial é necessário manejo e treinamento adequado, de variada intensidade e duração, excelentes condições dos sistemas cardiovascular e respiratório e tipo de fibra muscular capaz de adaptar-se as exigências físicas impostas durante o treinamento e as provas de desempenho as quais participam (DÍAZ, 2002).

Segundo Demonceau, (2013) o cavalo é um corredor nato, que apresenta fibras musculares esqueléticas apropriadas para o desenvolvimento de altas

velocidades e se adapta às variações de esforços, apresentando resultados impressionantes.

No equino atleta, a produção de energia está relacionada ao tipo de fibra muscular predominante. Existem dois tipos básicos de fibras: fibras musculares do tipo I, de contração lenta e adaptadas a exercícios aeróbicos (alta concentração de mioglobina), e as fibras musculares do tipo II, de contração rápida e adaptadas para exercícios de potência (sendo a IIA altamente oxidativas e IIB com baixa capacidade oxidativa). As fibras I e II são determinadas geneticamente, mas as IIA e IIB são influenciadas pelo treinamento (CASTRO, 2011).

Cavalos que atuam em provas de resistência, como provas de enduro, possuem alta porcentagem de fibras do tipo I e tipo IIA e menor de IIB, determinando maior potencial na obtenção de energia pela via aeróbica. Já cavalos de corrida de longa distância, da raça Puro Sangue Inglês (PSI), se bem treinados apresentam maiores proporções de fibras do tipo IIA, em relação às do tipo IIB, e menores áreas das fibras do tipo I. Nos cavalos Quarto de Milha que apresentam a explosão como principal característica, há a predominância das fibras IIB, onde a obtenção de energia ocorre predominantemente por via anaeróbica láctica (SNOW e GUY, 1980; BOFFI, 2007).

Em exercícios de alta intensidade e curta duração a fonte energética imediata utilizada pelas fibras musculares é a Adenosina Trifosfato (ATP) estocados no interior das células musculares (CASTRO, 2011). Os exercícios físicos são dependentes da oferta de adenosinatrifosfato (ATP), que quando hidrolisado pela enzima ATPase, forma a adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico (Pi). O ADP e Pi se unem por uma ligação de alta energia, assim que essa ligação é rompida pela ATPase ocorre a liberação de energia que será utilizada para a realização de exercícios. Para que os cavalos permaneçam por mais tempo no exercício necessitam ser capazes de ressintetizar o ATP (SECANI e LÉGA, 2010).

Os músculos esqueléticos contêm ponderáveis quantidades de fosfocreatina, que possibilita produção mais simples e rápida (7 a 10 segundos) de ATP pela doação de um grupo fosfato para o ADP, formando ATP, pela reação da creatina quinase (NELSON e COX, 2014). É um processo sem gasto de oxigênio e sem formação de ácido láctico, sendo denominado de potência

anaeróbica aláctica. O fosfato de creatina proporciona uma fonte de energia instantaneamente disponível para esforços de alta intensidade atuando como um substrato imediato para a síntese de ATP (SECANI e LÉGA, 2010).

Cavalos de corrida de 400 metros, durante mais da metade de todo o percurso não respiram, assim não aciona o mecanismo de acoplamento respiração-locomção (LACERDA, 2004). Diante da magnitude de ativação dos músculos, a demanda de ATP é exorbitante e o fluxo sanguíneo não consegue fornecer oxigênio e combustível em quantidade satisfatória para a produção do ATP necessário através de respiração aeróbica, de tal modo, a energia é obtida através da via anaeróbia pela degradação do glicogênio muscular (substrato energético de armazenamento em mamíferos) pela enzima lactato desidrogenase (LDH) para ressintetizar o ATP, tendo como produtos resultantes desse processo o lactato e íons de hidrogênio, essa reação pode ser ilustrada na equação: (Glicogênio + 3 ADP → 2 lactato + 2 H⁺ + 3 ATP) (NELSON e COX, 2014).

Assim, a performance atlética dos equinos pode ser cada vez mais aprimorada aliando-se métodos de treinamento, alimentação e suplementação adequados em cada fase de sua carreira.

Devido à importante participação dos atletas brasileiros nos jogos Pan-americanos e nas Olimpíadas, as provas equestres vêm ganhando destaque e, com isso, é maior o interesse na melhora do desempenho, no acompanhamento e na compreensão dos processos fisiológicos e metabólicos que ocorrem com esses animais durante e após o exercício (SILVA, 2008).

Santos (2014), em seus estudos, destacou as frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) como fatores de influência nas alterações fisiológicas que ocorrem antes e após o exercício. Outros parâmetros de importância a serem considerados são o hemograma e dosagens bioquímicas.

A FC é expressa pelo número de batimentos por minuto (bpm). A sua mensuração tem sido usada para descrever a intensidade do exercício e para estudar os efeitos do treinamento e perda de condicionamento. De acordo com Evans, (2000) em repouso, a FC normal do cavalo é de 20 a 40 batimentos por minuto, no início do exercício se espera aumento de todas as atividades cardiovasculares e sistema nervoso autônomo simpático em função de suprir a

demanda de oxigênio dos músculos, assim torna-se imprescindível a realização do aquecimento antes de qualquer exercício (HODGSON e ROSE, 1994).

O condicionamento não altera a FC basal, mas submetido ao treinamento, o cavalo pode alcançar sua FC máxima ao ser submetido ao exercício mais forçado, com velocidade maior (CLAYTON, 1991).

A frequência respiratória (FR) é mensurada pelo número de movimentos torácicos por minuto (mpm), tendo o cavalo uma FR em repouso de 12 a 20 respirações/minuto (BOFFI, 2007). Esse sistema faz a compensação das necessidades de oxigênio pelas células musculares. Como não sofre modificação adaptativa, se torna um fator limitante ao desempenho (SILVA et al., 2005; AINSWORTH, 2008).

A observação da FR deve priorizar as condições ambientais. Em ambientes quentes e úmidos, a perda de calor pela respiração é mais de 25% da perda total, enquanto que em condições de neutralidade, fica entre 15 a 25% (CLAYTON, 1991).

A temperatura retal (TR) varia de 37,2 a 38,6 °C. Durante um exercício, a temperatura aumenta, atingindo em poucos minutos, após o fim de exercício pesado, 39 a 40°C. Fatores como manejo, temperatura ambiental, idade e sexo estão diretamente relacionada a esta variação (CLAYTON, 1991).

Durante o exercício, o cavalo mobiliza suas fontes energéticas liberando calor, e sua termorregulação é essencial para o desempenho. Dentre as principais formas de termorregulação estão a evaporação pelo suor, seguida da evaporação pela respiração (MCCUTCHEON & GEOR, 2008).

A água é o componente mais abundante no organismo, representando nos equinos, aproximadamente, 70% do seu peso vivo. Nesse líquido estão diluídas inúmeras substâncias, entre elas os eletrólitos. Os efeitos do exercício sobre esses componentes séricos dependem da intensidade e da duração do esforço, bem como do grau de perda dos mesmos. As maiores perdas estão, geralmente, relacionadas com exercício de longa duração, mas também podem ocorrer nos exercícios de alta intensidade e curta duração em situações ambientais desfavoráveis (temperatura e umidade relativa do ar elevadas) (COENEN, 2005). Nas provas de resistência, os cavalos chegam a perder entre 4% a 6% do peso corporal e estima-se que 90% dessa perda possam ser atribuídas à água eliminada através da sudação e respiração (CARLSON, 1987).

A concentração de lactato permite avaliar a capacidade competitiva e efetiva do treinamento. Durante o exercício, o músculo requer uso de Adenosina Tri fosfato (ATP), todavia apresenta poucas reservas, buscando outros mecanismos para obtenção de energia. O primeiro é o desdobramento da fosfocreatina em creatina e fósforo inorgânico pela enzima creatina quinase. Mas a principal fonte é a gliconeogênese (energia advinda dos lipídeos e do glicogênio muscular). A respiração anaeróbica eleva a concentrações de lactato, sendo um indicativo de intensidade do exercício (HODGSON & ROSE, 1994).

A concentração de lactato sanguíneo é de fácil aferição e podem ser utilizados aparelhos portáteis, permitindo avaliação rápida, mas também podem ser feitas dosagens em laboratório coletando a amostra de sangue em tubos de fluoreto, o que permite avaliações posteriores (GOMIDE et al., 2006).

Durante os testes de desempenho o hemograma é um requisito básico. Quando um animal faz exercício, as alterações no eritrograma e leucograma são rápidas e auxiliam na avaliação da saúde, do desempenho e do condicionamento. O aumento do transporte de oxigênio associado à liberação de eritrócitos é um dos fatores para a alta capacidade aeróbia dos equinos e depende da intensidade do exercício (MCGOWAN, 2008). Há um aumento moderado do hematócrito, da concentração de hemoglobina e da contagem de hemácias quando comparados aos valores em repouso, permitindo maior aporte de oxigênio durante o exercício (ALLEN & POWELL, 1983).

Outro parâmetro de importância na avaliação de um treinamento são as enzimas, onde as mais utilizadas para indicar lesão muscular são aspartato aminotransferase (AST), creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH), sendo a CK a mais específica (THOMASSIAN et al., 2007).

Atletas de alto desempenho, sejam eles humanos ou equinos, quase sempre são forçados a se exercitarem próximos ao limite máximo de esforço suportável pelo seu organismo (MARC et al., 2000), e avaliar fatores relacionados a performance torna-se algo cada vez mais necessário para o reconhecimento de habilidades, capacidades e intensidade de exercício mais adequado para as diferentes fases do treinamento. Através da avaliação também é possível analisar variações de parâmetros metabólicos, hematológicos, bioquímicos e fisiológicos frente a diferentes intensidades de exercício e ainda traçar a tendência de tais parâmetros para um determinado grupo de animais (SANTOS 2006).

Tendo em vista que o Brasil possui o terceiro maior rebanho de equinos do mundo, que somado ao rebanho de muares (mulas) e asininos (asnos), representam 8 milhões de cabeças, que somente a produção de cavalos movimenta R\$ 7,3 bilhões, que o rebanho envolve mais de 30 segmentos, distribuídos entre insumos, criação e destinação final compondo a base do chamado Complexo do Agronegócio Cavalo, responsável pela geração de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos (MAPA, 2016).

No segmento esportivo, os equídeos têm conquistado um campo vasto de atuação, tendo a necessidade de cada vez mais buscar-se cavalos que tenham requisitos para o alto desempenho, com seus sistemas funcionais trabalhando de forma eficiente em prol de fornecer todo o aporte necessário à realização do exercício físico de forma eficaz. Assim, faz-se necessário compreender os eventos relacionados à fisiologia animal durante o exercício para que se possa obter o maior proveito dos potenciais genéticos e do treinamento individualizado (MARQUES, 2002).

A fisiologia do exercício equino aponta vários trabalhos na literatura envolvendo parâmetros que permitem a avaliação da performance de cavalos de corrida e de enduro. Entretanto, poucos são os experimentos realizados com cavalos criados e treinados em condições tropicais e utilizados em provas competitivas que demandam esforço físico de alta intensidade e curta duração (COELHO et al., 2011).

Nos exercícios de intensidade máxima, por exemplo, devido ao curto período de duração, geralmente não ocorrem alterações intensas no estado de equilíbrio eletrolítico e na osmolalidade sanguínea. No exercício submáximo, o volume de fluidos perdido através do suor é elevado e pode ser a causa de desidratação que, se associada a déficits energéticos, pode ser responsável por quadros de exaustão, resultando em morte. (LACERDA-NETO et. al., 2003). Na busca pela alta performance, lesões e estado de Overtraining podem ser observados em função do grande volume e intensidade de treino (WESTERMANN et al 2011). Por isso, a medicina esportiva equina realiza investigações a fim de definir parâmetros confiáveis para a avaliação do desempenho em cavalos (PICCIONE et al., 2003).

Assim, diante do exposto e considerando a escassez de estudos relacionados a modalidades esportivas com características de alta intensidade e

curta duração, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar parâmetros fisiológicos, bioquímicos e hematológicos de equinos atletas em situação de treino, competidores de modalidade esportiva com característica de alta intensidade e curta duração.

Capítulo I

Evaluation of physiological, biochemical and Hematological parameters of equine athletes sport practitioners of high intensity and short duration¹

Manuscrito submetido à revista

¹Equine Veterinary Journal

Evaluation of physiological, biochemical and Hematological parameters of equine athletes sport practitioners of high intensity and short duration

| | |
|-------------------------------|---|
| Journal: | Equine Veterinary Journal |
| Manuscript ID: | Draft - EVJ-GA-16-321. |
| Wiley – Manuscript Type: | General Article |
| Discipline | Exercise Physiology |
| Date Submitted by the Author: | 13 de Dezembro de 2016. |
| Complete List of Authors: | De Assis Candido, Maria Lorena; Universidade Federal da Paraíba, Educação Física Campos, Danila; Universidade Federal da Paraíba, Ciências Veterinárias Bopp, Simone; Universidade Federal da Paraíba, Ciências Veterinárias Costa, Lindomárcia; Universidade Federal da Paraíba, Zootecnia Bispo, Safira; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Zootecnia Moreira, Guilherme; Universidade Federal Rural do Pernambuco, Estatística |
| Keyword: | horse athlete; sports; performance, exercise. |

Summary

Background: Exercises performed during training and competitions produce varied organic adaptations in athletic horses. Increased physical exigencies during exercises can lead to alterations in physiological, biochemical and hematological parameters, compromising equine health, welfare and athletic performance. Little is known about the effect of high intensity and short duration exercises on equine health, and this knowledge can contribute to better explore the genetic potential of horses as well as to the development of individualized training.

Objective: To evaluate physiological, biochemical and hematological parameters of equine athletes submitted to high intensity and short duration running training.

Study design: Randomized block.

Methods: A total of 4 Quarter Horses were kept in individual stalls and submitted to the same nutritional, sanitary and training management practices. A short-distance test race with intense effort was performed 3 times on a 75-meter track with an average duration of 20 seconds and two-minute intervals. Data collection was determined at rest, immediately after the test (end of the third race) and at 5, 20, and 50 minutes after the test.

Results: Significant increases in physiological parameters (HR, RR and RT), biochemical parameters (LAC, LDH, CK, TP, albumin, total cholesterol, triglycerides, Ca^+ , P^+ , Mg^{2+} , Na^+) and hematological parameters (hematocrit, hemoglobin, number of red blood cells and lymphocytes) were observed following training exercises. There were decreases in the values of the analyzed variables throughout the evaluated periods.

Conclusions: High intensity and short duration exercises imposed to the horses demonstrated to be effective for evaluation of equine physical conditioning as well as to analyze the behavior of physiological, biochemical and hematological variables. The proposed test could be a practical tool in the monitoring the effects of the training for

competitive modalities that require great physical effort, allowing the adoption of measures to minimize harmful effects and maximize the performance of animal athletes.

Keywords: horse athlete; sport; performance; exercise.

Introduction

Due to their privileged morphophysiological characteristics and high adaptability to extreme exertion, horses have an excellent athletic profile, which is exploited by man for high performance sports [1]. The physical exercise performed during training or competitions generates variations in several physiological parameters in both humans and animals [2]. Studies developed in the field of physiology have enabled a better understanding and evaluation of the adaptations caused by physical exercise in relation to the different training interventions adopted, as well as factors that may limit the performance of the athletes [3].

The practice of physical exercise activates coordinated responses of body systems to increase energy availability, to maintain basic acid balance within acceptable limits, and to limit body temperature. However, training provides changes in the cells, tissues, and organs, which increases the production of structural and functional proteins [4]. In training and competition situations, the performance of a horse is directly linked to its ability to maintain homeostasis in the face of a varied wave of metabolic disorders and various physical and psychic factors. At this level, there is a high physical requirement, which requires adequate training for each athlete in order to reduce physical exhaustion, injury occurrence, and stress [5].

Research has been carried out in order to find an ideal training method that will act on the constant improvement of the performance capacity, avoiding overtraining states [6].

The use of physical tests has been an important evaluation tool to determine the athletic capacity of the equine athletes, allowing estimation of the competitive potential and the response to the training, besides evaluating the effectiveness of the training program used [7]. Evaluation of athletic performance by using tests carried out in the field reproduces the real intensity and effort of the exercise that the animal must attain to obtain satisfactory results. This is a valuable tool to maximize results in a competition, to design more adequate training programs and nutritional planning. Thus, the training program is not only performed empirically, it becomes a technical process, with clinical and physiological basis [8]. Thus, this study aimed to evaluate physiological, biochemical and hematological parameters of equine athlete competitors training for high intensity and short duration sports under tropical climatic conditions.

Material And Methods

The execution of the research was approved by the Ethics Committee on Animal Use (CEUA) of the "masked for review" (protocol 058/2015). Experiment was conducted at Equine Training Center "masked for review".

Four Quarter Horses, aged between 3.5 and 7 years, at an average weight of 450 kg and body score of 3.0 according to the Carroll and Huntington scale [9] were used. The animals were housed in individual masonry stalls and submitted to the same nutritional, sanitary and training management practices. The animals were habituated to the weekly training program, consisting of aerobic exercises such as walking, trotting, cadenced galloping, and anaerobic exercises such as interval running and burst running. During training, previous warm-up, cooling down and rest periods were performed.

On the day of the test, during the morning, the animals were mounted by the same rider, and three short-distance races with intense effort were performed, on a 75-meter

track, with an average duration of 20 seconds and two-minute intervals. The registered ambient temperature was 31.8 °C; relative humidity was 47%; and thermal comfort index was determined at 136.24 according to Schroter and Marlin [10], which is within the limits allowed by the International Equestrian Federation, which recommends a safety limit of 150 for the welfare of animals.

The physiological parameters [heart rate (HR), respiratory rate (RR), and rectal temperature (RT)], hematological parameters and biochemical parameters [lactate (Lac), lactate dehydrogenase (LDH, glucose, creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST), total protein, albumin, fibrinogen, triglycerides, total cholesterol, calcium (Ca^{+}), phosphorus (P^{+}), magnesium (Mg^{2+}), Chloride (Cl^{2-}), sodium (Na^{+}), potassium (K^{+})], were determined at rest, immediately after the test (end of the third race) and 5, 20, and 50 minutes after the test. In order to obtain the data at rest, blood samples were collected from jugular vein before the start of the test and the physiological parameters were checked before the animals were taken to the track. This procedure was adopted so that there was no influence of psychological factors on the resting measurements.

Horses and rider carried *Polar RS800CX G3* accessories to measure the distance traveled and HR, RR was estimated by counting the number of respiratory movements in the flank region for one minute and RT was determined by means of a veterinary thermometer. Lactate concentration was determined by using portable lactometer (Accutrend® Plus). Complete blood count was performed by ABCVET automatic counter (HoribaABX®). Smears were used to perform specific leucometry with the aid of a common optical microscope (100x). Biochemical analyzes were performed by using Labtest kits on and automatic biochemical analyzer (Mindray Chemistry Analyzer BS - 120®). The determination of Na^{+} and K^{+} was done as recommended by Korzun and Miller

[11], using a flame photometry at a specific wavelength of 589nm and 768nm, respectively.

The experimental design was randomized block. To verify normality and homoscedasticity of the data, a Cochran and Bartlett test was applied. The Scott-Knott test was used to analyze the averages ($P < 0.05$). For the variables that did not present normality, the Friedman test ($P < 0.05$) with Dunn's after-test was applied.

Results

All physiological parameters analyzed in equine athletes submitted to intense short duration exercises presented a significant increase ($P < 0.05$) after test. RR and TR were similar to those verified at the moment of rest 50 minutes after the test. However, HR did not return to the values verified at rest until the last evaluated time (Table 1).

Analysis of biochemical parameters (Table 2) showed significant increases ($p < 0.05$) in lactate, LDH and CK levels immediately after and at 5, 20 and 50 minutes after the test. Lactate and LDH enzyme had a higher concentration 5 minutes after the run, gradually decreasing until 50 minutes after the test. The enzyme CK showed an increase immediately after the test, decreasing its concentrations 5 minutes after the race. The variables lactate, CK and LDH did not return to baseline levels 50 minutes after the test.

Total proteins, albumin, total cholesterol and triglycerides also had their concentrations increased ($P < 0.05$) immediately after the test. At 20 minutes after the test, the values of total proteins, albumin and cholesterol returned to the values verified at rest, which can be observed at 50 minutes after the test in the case of triglycerides (Table 2).

Serum electrolytes analysis showed significant increases ($P < 0.05$) in Ca^{+} , P^{+} , Mg^{2+} and Na^{+} concentrations (Table 2). Increases in the concentrations of all ions were verified immediately after the test remaining thus until the 5-minute post-test. At the 20-

minute post-test, it was found that Na^+ had concentrations similar to those at rest, which occurred with Ca^+ and Mg^{2+} ions at 50 minutes after the test. The concentrations of P^+ decreased significantly, showing lower levels to rest, 20 minutes after the test.

In relation to the variables of the complete blood count evaluated in this research, it was observed that hematocrit, number of red blood cells, hemoglobin, and number of lymphocytes increased significantly ($P < 0.05$) at the moment immediately after the test, and their values were reduced to those found at rest until the last time evaluated (Table 3).

Discussion

During exercise adaptations and transient variations in several parameters of organic systems can be observed. Understanding of the physiological and metabolic processes that occur during and after exercise is of great importance to maximize the performance of horse athletes [12]. This research evaluated the variation in physiological, biochemical and hematological parameters of equine athletes practicing sport of high intensity and short duration. Data demonstrated that the type of physical exercise imposed to the animals caused a significant increase in most of the analyzed variables immediately after the completion of this exercise.

The increase in heart and respiratory rates and in rectal temperature occurred immediately after the exercise. A short-distance race with intense effort demands energy and the animals need a high concentration of oxygen in the organism, using the increased heart and respiratory rates to meet this demand [13]. In this study, a 48% decline in heart rate was observed 5 minutes after the test, which is desirable since the decrease in heart rate after exertion exercises shows a good recovery of the animals. Well-conditioned equine athletes show a 50% decline in heart rate in the first minutes after high-intensity exercise [3]. Fifty minutes after the race, the animals had not yet returned to the resting

heart rate, however a decreasing behavior was observed, which values at last time evaluated being considered normal according to literature [14]. This variable is directly related to the individual physical conditioning of each athlete.

During short-term exercise, characterized by bursts, horses use muscular adenosine triphosphate (ATP) as an immediate energy source. In order to remain longer in the exercises, the horses need to be able to resynthesize ATP [15]. Skeletal muscles contain considerable amounts of phosphocreatine, which makes it possible to quickly produce ATP (7 to 10 seconds) by the creatine kinase action [16]. This ATP resynthesis, called anaerobic alactical power, occurs without oxygen consumption and without the formation of lactic acid. In this study, a higher concentration of the CK was observed immediately after exercise with subsequent decrease, but no return to baseline after 50 minutes of recovery. It is worth mentioning that, depending on the exercise, CK will reach peaks around 6 to 12 hours, returning to its base values after 24 hours [14]. Studies conducted by Balarin et al. [17] and Caiado et al. [18], observed higher concentrations of CK at rest when compared to the moment after exercise, which can be explained as a result of prolonged and intense training prior to competitions. CK concentrations can be influenced by the training phase and by the type of exercise performed [19] and an adequate training program, which adjusts to the equine's physical conditioning, does not lead to marked variations in the concentration of the muscle function enzymes [20]. This fact indicate that the training adopted for the horses evaluated in this research was suitable, since the behavior observed in the CK concentrations favors the adequate production and usage of energy by the musculature, which is essential for optimal performance of the equine athlete [21].

However, faced with the magnitude of muscle activation, the resynthesis of ATP can occur through anerobic pathway. In this case, energy is obtained by degradation of muscle glycogen by the lactate dehydrogenase (LDH), resulting in lactate and hydrogen

ions [16]. It is worth mentioning that glycogen reserves in horses are approximately 700 mmol of glucose per kg of muscle [22]. High-intensity and short-duration exercises lead to the increase of more than 4 mmol/L of lactate concentration [14]. Immediately after exercise, concentrations of over 14 mmol/L were found in this study, implying in the predominance of anaerobic (lactic) metabolism for energy production. It was also verified that the increase in serum lactate concentrations was accompanied by the serum increase in the LDH. As observed here, both ATP resynthesis pathways are stimulated simultaneously and the intensity and duration of the exercise determinate which one participates the most, since each pathway has distinct biochemical characteristics.

The highest lactate concentration was observed 5 minutes after the end of the race. In fact, lactate peak occurs about 10 minutes after high-intensity exercise [23]. At the end of the last period evaluated, lactate concentrations had not yet returned to the values verified at rest. This fact could be related to the fact that Quarter Horses have a predominance of type IIA muscle fibers [24], fast contraction fibers that have low oxidative capacity [14]. The slow-twitch muscle fibers have a greater capacity to oxidize lactic acid [24], faster removing the lactate from the bloodstream.

During the period of recovery, the respiratory frequency remained high until 20 minutes after the race. This mechanism allows greater uptake of oxygen to enable the return to aerobic metabolism, making oxidative phosphorylation with ATP production possible, and making possible the production of glucose from the lactate. At 20 minutes post-test the decrease in lactate and LDH concentrations were also observed, suggesting changes in the preferential process for obtaining energy. After vigorous exercise, the lactate produced by anaerobic pathway in the skeletal muscle returns to the liver and is converted into glucose [16]. This entire process may justify the results observed for blood glucose in this study. During acute exercise insulin is suppressed [25], triggering an

increase in the percentage of glycogenolysis, thus maintaining the glucose synthesis relatively stable, and not suffering great changes during the exercise.

Regarding total plasma protein concentrations, an increase was observed only at the time immediately after the test. Studies with horse athletes also found significant increase in total protein concentrations [26]. In fact, the maximum stimulus intense exercises provide a redistribution of fluids and electrolytes from the vascular compartment to the extracellular fluids, increasing the total plasma protein concentrations [27]. Albumin performs several functions that ensure the proper functioning of the body, including the hydrophobic transport of substances and the water balance in and out of the tissues [16]. In this research, increased albumin concentration was found immediately after exercise, which might be related to water loss in an attempt to maintain the thermoregulation during exercise requirement [28].

Lipid profile can be evaluated by determining the triglyceride concentration and total cholesterol. However, in relation to the energy metabolism, the triglyceride is more relevant, since it can be degraded as an energy source [29]. Animals that perform low intensity exercises with low to medium duration, use fats significantly as a source of energy for muscle work, but exercises that use levels above 70% of VO_{2max} , i.e. intense exercise, can increase the metabolism of muscle triglycerides [30]. In this study, significant increases in triglycerides and total cholesterol were found immediately after exercise. This result is probably related to the higher protein metabolism, as well as the greater energy supply to the muscle submitted to physical stress. The increase in triglycerides concentration is expected as a consequence of the blockade on insulin action and the hyperglycemic effect generated by the catecholamines and cortisol circulating due to physical effort [31].

Electrolytes have multiple functions, participating in several metabolic processes with variations in their concentrations [32]. With important organic functions of great relevance in the neuromuscular process, Ca^+ , P^+ and Mg^{2+} are found in muscle tissue and are released by the sarcoplasmic reticulum to participate in the process of muscle contraction [4, 14, 25]. In this study, there was an increase in Ca^+ , P^+ and Mg^{2+} levels immediately after exercise. With the increase of the muscular effort caused by exercise and the need to perform muscular maneuvers in a short time, the skeletal muscle releases Ca^+ and Mg^{2+} ions, which are permeable to the bloodstream. After exercise stimulus cessation, these ions tend to perform plasma compensations by lowering their serum concentrations [4]. Walking at the rate of five to eight hours per day with rest intervals every 15 minutes after each hour of walking does not alter the concentrations of Ca^+ in horses [33]. This difference is mainly due to the intensity of the exercise, the physical requirement and muscular contraction are not intense in the walk and the levels of Ca^+ remained in balance. Different from the values for P, that presented concentrations of up to 3.14 mg/dL in the walk, corroborating the results obtained in this study. The increase in P^+ may be related to the reduction of glomerular filtration caused by the onset of physical activity [34].

Sodium has a key role in water distribution and maintenance of osmotic pressure [35]. In this study, Na^+ increased immediately after the test, and its values returned to those found at rest in 20 minutes. Previous studies also verified high Na^+ values after intense exercise [36, 37]. Elevations in serum concentrations of Na indicate a decrease in water in relation to the amount of body solutes, which can be justified by the shift from this electrolyte to the extracellular compartment or due to proportional reduction in the rate of sodium excretion by urine and sweat [38].

Increases in hematocrit, red blood cell number and hemoglobin concentration here observed is related to a physiological response due to the practice of physical exercise

characterized as stressful physiological stimulus. Effort resulting from this action induces the release of catecholamines, more specifically adrenaline, which induces spleen contraction, which, in turn, releases red blood cells into the bloodstream [39], providing a better tissue perfusion, mainly to the central nervous system and skeletal muscles. The hematocrit is indicative of health and may be a subjective indication of training [14]. Previous studies also confirmed an increase of hematocrit, red blood cells and hemoglobin due to the speed and intensity of the exercises performed [40]. In the case of alterations caused by physical exercise, as observed in this study, hematocrit values should return to their normal values between 20 and 30 minutes after the end of the exercise stimulus.

Stress is one of the factors that contribute to the elevation of leukocyte concentration [27, 41]. In this study, the number of leukocytes did not change, which may be related to the conditions pertinent to the experiment, due to the adaptation of the animals to the rider and to the test site. On the other hand, a significant increase in lymphocytes occurred immediately after exercise, returning to resting values at 50 minutes post-test. Lymphocytes represent 30% of the leukocytes [42] and may vary in quantity depending on the stimulus to which the individual is submitted [43]. High intensity exercises induce an immediate lymphocytosis, which occurs transiently and decreases in a short period of time shortly after exercise [44].

The decrease in concentrations and values of the analyzed variables during a short rest period indicate that horses submitted to the high intensity and short duration race test were physically conditioned to the training they underwent. High intensity and short duration exercises test demonstrated to be effective for evaluation of equine physical conditioning as well as to analyze the behavior of physiological, biochemical and hematological variables. The proposed test proved to be easy to apply and replicate in the field, and can be a practical tool in monitoring and evaluating the effects of training in

competitive modalities that require great physical effort expended in a short period of time, especially in tropic conditions. Usage of this test can aid in the adoption of measures that aim to minimize harmful effects and maximize health benefits and longevity to equine athletes.

References

1. Young, L.E. (2003) Equine athletes, the equine athletes`s heart and Racing success. Physiological Society Symposium – The Athletes`s Heart Newmarket. *Exp. Physiol.* **88**, 659-663.
2. Kienzle, E., Freismuth, A., Reusch, A. (2006) Double blind placebo controlled vitamin E or selenium supplementation of Sport horses with unspecified muscle problems. *J. Nutr.* **136**, 2045-2047.
3. Evans D.L. (2000) *Training and fitness in athletic horses*. Report for Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), Sydney. pp 7.
4. Hinchcliff, K.W., Geor, R.J. (2008) The horse as an athlete: a physiological Overview. In: Hinchcliff, K.W., Geor, R.J., Kaneps, A.J. *Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse*. Elsevier, Philadelphia, pp 2-11.
5. Teixeira, N.A.R., Ferraz, G.C., Mataqueiro, M.I., Lacerda-Neto, J.C., Queiroz-Neto, A. (2004) Reposição eletrolítica sobre as variáveis fisiológicas de cavalos em prova de enduro de 30 e 60 km. *Cienc. Rural* **34**,1505-1511.
6. Westermann, C.M., Dorland. L., Wijnberg, I.D., Der Velden, D.S., Van Bred, E., Barneveld, A., DeGraaf-Roelfsema, E., Keizer, H.A., Van Der Kolk, J.H. (2011) Amino acid profile during exercise and training in Standardbreds. *Res. Vet. Sci.* **91**, 144-149.

7. Lindner, A.E., Boffi, F.M. (2007) Pruebas de ejercicio. In: Boffi, F.M. *Fisiologia del Ejercicio em Equinos*. Inter-Médica, Buenos Aires. pp 243-254.
8. Lindner, A., Fazio, E., Medica, P., Ferlazzo, A. (2002) Effect of age, time record and V4 on plasma cortisol concentration in Standardbred racehorses during exercise. *Pferdeheilkunde* **18**, 51-56.
9. Carroll, C.L., Huntington, P.J. (1988) Body Condition Scoring and Weight Estimation of Horses. *Equine Vet. J.* **20**, 41-45.
10. Schroter, R.C., Marlin, D.J. (1995) An index of the environmental thermal load imposed on exercising horses and riders by hot weather conditions. *Equine Vet. J.* **20**, Suppl. **20**, 16-22.
11. Korzun, W.J., Miller, W.G. (1987) Sodium and potassium. In: Pesce, A.J., Kaplan, L.A. *Methods in clinical chemistry*. Mosby, Saint Louis. pp 86-91.
12. Machado, J.P.D.R.G. (2011) *Fisiologia do Exercício em Cavalos*: determinação do limiar anaeróbico e sua relação com a condição física e desempenho desportivo. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa.
13. Fonseca, W.J.L., Barros Júnior, C.P., Lima Fonseca, W., Luz, C.S.M., Oliveira, M.O., Araújo, A.C., Sousa Júnior, S.C. (2014) Características termorreguladoras de equinos submetidos a competições de Vaquejada. *J. Anim. Behav. Biometeorol.* **2**, 43-46.
14. Boffi, F.M. (2007) Metabolismos energéticos y ejercicio. In: _____. *Fisiologia del Ejercicio em Equinos*. Inter-Médica, Buenos Aires. pp 3-15.
15. Secani, A., Léga, E. (2010) Fisiologia do exercício equino. *Nucleus Animalium* **1**, 53-65.

16. Nelson, D.L., Cox, M.M. (2014) *Princípios de bioquímica de Lehninger*. Artmed, Porto Alegre, 907 p.
17. Balarin, M.R.S, Lopes, R.S.L, Kohayagawael, A., Laposy, C.G., Fontequê, J.H. (2005) Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamilttransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. *Semin. Ciênc. Agrár.* **26**, 211-218.
18. Caiado, J.C.C., Pissinate, G.L., Souza, V.R.C., Fonseca, L.A., Coelho, C.S. (2011) Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. *Pesq. Vet. Bras.* **31**, 452-458.
19. Câmara, E., Silva, I.A., Dias, R.V.C., Soto-Blanco, B. (2007) Atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* **59**, 250-252.
20. Bogin, E., Otto, F., Ibañez, A. (1989) *Patologia clínica veterinária*. Maknografic, Assunción. 192 p.
21. Gomide, L.M.W., Martins, C.B., Orozco, C.A.G., Sampaio, R.C.L., Belli, T., Baldissera, V., Lacerda Neto, J.C. (2006) Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. *Cienc. Rural.* **36**, 509-513.
22. Hodgson, D.R., Rose, R.J. (1994) *The athletic horse: principles and practice of equine sports Medicine*. Saunders, Philadelphia. 497 p.
23. Keadle, T.L., Pourciau, S.S., Melrose, P.A., Kammerling, J.J., Horohov, D.W. (1993) Acute exercise stress modulates immune function in unfit horses. *J. Equine Vet. Sci.* **13**, 226-231.

24. Snow, D.H, Guy, P.S. (1980) Muscle fibre type composition of a number of limb muscle in different types of horse. *Res. Vet. Sci.* **28**, 137–44.
25. Castro, T.F. (2011) Indicadores de performance esportivo em equinos. 16p. Indicadores de performance esportivo em equinos. *Tese* Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
26. Santiago, T.A., Manso, H.E.C.C.C., Abreu, J.M.G. Melo, S.K.M., Manso Filho, H.C. (2014) Blood biomarkers of the horse after field Vaquejada test. *Comp. Clin. Pathol.* **23**, 769-774.
27. Hinchcliff, K.W., Lauderdale, M.A., Dutson, J., Geor, R.J., Lacombe, V.A., Taylor, L.E. (2002) High intensity exercise conditioning increases accumulated oxygen deficit of horses. *Equine Vet. J.* **34**, 9-16.
28. Paludo, G.R., Mcmanus, C., Melo, R.Q., Cardoso, A.G., Mello, F.P.S., Moreira, M., Fuck, B.H. (2002) Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do exército brasileiro. *Rev. Bras. Zoot.* **31**, 1130-1142.
29. Melo, S.K.M., Lira, L.B., Almeida, T.L.A.C., Rego, E.W., Manso, H.E.C.C.C., Manso Filho, H.C. (2013) Índices hematimétricos e bioquímica sanguínea no cavalo de cavalgada em condições tropicais. *Cien. Anim. Bras.* **14**, 208-215.
30. Powers, S.K. (2010) *Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. Manole, São Paulo. 672 p.
31. Dugat, S.L., Taylor, T.S., Matthews, N.S., Gold, J.R. (2010). Values for triglycerides, insulin, cortisol and ACTH in a herd of normal donkeys. *J. Equine Vet. Sci.* **30**, 141-144.
32. Fan, L.C.R., Lopes, S.T.A., Costa, P.R.S., Krause, A., Dutra, V., Carvalho, C.B. (1994) Anion gap no sangue venoso em equinos. *Cienc. Rural* **24**, 101-104.

33. Moreira, D.O., Leme, F.O.P., Marques, M.M., Leão, N.F., Viana, W.S., Faleiros, R.R., Alves, G.E.S. (2015) Concentrações de proteínas totais, glicose, cálcio, fósforo, lactato, ureia e creatinina em equinos de cavalaria militar antes e após trabalho de patrulhamento urbano. *Cienc. Anim. Bras.* **16**, 73-80.
34. Reece, W.O.D. (2007) *Fisiologia dos animais domésticos*. Guanabara Koogan, São Paulo. 946 p.
35. Hays, V.W., Swenson, M.J. (1996) Ossos e Minerais. In: Swenson, M.J. *Dukes: Fisiologia dos animais domésticos*. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. pp 471-487.
36. Carlson, G.P. (1995) Interrelationships between fluid, electrolyte and acidbase balance during maximal exercise. *Equine Vet. J.* **18**, 261-265.
37. Cohen, N.D., Roussel, A.J., Lumsden, J., Cohen, C., Grift, E., Lewis, C. (1993) Alterations of fluid and electrolyte balance in thoroughbred racehorses following strenuous exercise during training. *J. Vet. Res.* **57**, 9-13.
38. Santos, V.P. (2006) Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico. 94f. *Tese*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
39. Inoue, Y., Matsui, A., Asai, Y., Aoki, F., Matsui, T., Yano, H. (2005) Effect of exercise on iron metabolism in horses. *Biol. Trace Elem. Res.* **107**, 33-42.
40. Mirian, M. (2008) Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem hipismo clássico. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, São Paulo.
41. Costa, M.D., Bergmann, J.A.G., Resende, A.S.C., Fonseca, C.G., Faria, F.J.C. (2005) Estudo da subdivisão genética da raça Mangalarga Marchador. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoo.* **57**, 272-280.

42. Mooren F.C., Lechtermann A., Völker K. (2004) Exercise-induced apoptosis of lymphocytes depends on training status. *Med. Sci. Sports Exerc.* **36**, 1476-1483.
43. Broadbent, S., Gass, G. (2006) Effects of endurance training on intracellular calcium concentration in T lymphocytes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **98**, 242-249.
44. Santos, R.V, Caperuto, E.C, Costa Rosa, L.F. (2007) Effects of acute exhaustive physical exercise upon glutamine metabolism of lymphocytes from trained rats. *Life Sci.* **80**, 573-578.

TABLES

TABLE 1. Physiological parameters of equine athletes submitted to high intensity and short duration race test

| Variables | TIME (Minutes after test) | | | | | CV (%) |
|--------------|---------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------|
| | Resting | Immediately after test | 5 min | 20 min | 50 min | |
| HR (bpm) | 35.5 ^e | 140.75 ^a | 72.25 ^b | 58.5 ^c | 44.50 ^d | 2.74 |
| RR (mov/min) | 22.75 ^b | 41.75 ^a | 51.0 ^a | 47.5 ^a | 26.0 ^b | 33.6 |
| RT (°C) | 37.5 ^b | 38.9 ^a | 38.9 ^a | 38.7 ^a | 37.5 ^b | 0.69 |

Different letters on the line differ by the Scott-Knott test ($P < 0.05$). HR: heart rate, RR: respiratory rate, RT: rectal temperature, CV: coefficient of variation.

TABLE 2. Biochemical parameters of equine athletes submitted to high intensity and short duration race test

| Variables | TIME (Minutes after test) | | | | | CV (%) |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| | Resting | Immediately after test | 5 min | 20 min | 50 min | |
| Glucose (mg/dL) | 88.25 | 101.58 | 100.8 | 106.1 | 108.3 | 13.82 |
| Lactate (mmol/L) | 1.43 ^d | 14.03 ^a | 15.2 ^a | 10.68 ^b | 5.88 ^c | 23.69 |
| LDH (mmol/L) | 1.19 ^d | 11.25 ^a | 12.38 ^a | 7.91 ^b | 4.59 ^c | 25.53 |
| CK (UI/L) | 107.75 ^c | 168 ^a | 151.25 ^b | 135.75 ^b | 136.25 ^b | 11.79 |
| AST (UI/L) | 243.75 | 302.25 | 304 | 287.25 | 264.75 | 5.07 |
| Total proteins (g/dL) | 7.10 ^c | 8.31 ^a | 8.02 ^b | 7.53 ^c | 7.79 ^c | 1.92 |
| Albumin (g/dL) | 2.95 ^b | 3.22 ^a | 3.09 ^a | 2.98 ^b | 3.00 ^b | 3.01 |
| Fibrinogen (mg/dL)* | 175 | 200 | 300 | 200 | 250 | |
| Cholesterol (mg/dL) | 86.13 ^b | 91.6 ^a | 87.23 ^b | 85.07 ^b | 86.57 ^b | 2.85 |
| Triglycerides (mg/dL) | 14.6 ^c | 38.33 ^b | 50.63 ^a | 36.55 ^b | 25.98 ^c | 24.2 |
| Calcium (mg/dL) | 9.55 ^b | 10.73 ^a | 10.52 ^a | 10.50 ^a | 9.28 ^b | 7.56 |
| Phosphorus (mg/dL) | 2.68 ^b | 3.45 ^a | 3.08 ^a | 2.33 ^c | 2.08 ^c | 9.66 |
| Magnesium (mg/dL) | 1.96 ^b | 2.04 ^a | 2.02 ^a | 2.00 ^a | 1.96 ^b | 2.56 |
| Chloride (mg/dL) | 83.97 | 84.93 | 86.11 | 82.23 | 83.76 | 2.89 |
| Sodium (mEq/L) | 147.63 ^b | 169.88 ^a | 170.43 ^a | 153.75 ^b | 140.30 ^b | 5.64 |
| Potassium (mEq/L)* | 2.5 | 3.75 | 3.75 | 3.13 | 2.5 | |

Averages followed by distinct letters in the line represent difference by the Scott-Knott test ($P < 0.05$). *Medians followed by distinct letters in the line represent difference by the Friedman test ($P < 0.05$) with Dunn's after-test. LDH: Lactate dehydrogenase, AST: Aspartate aminotransferase, CK: Creatine kinase, CV: coefficient of variation.

TABLE 3. Complete blood count of equine athletes submitted to the high intensity and short duration test

| Variables | TIME (Minutes after test) | | | | | CV(%) |
|--|---------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------|
| | Resting | Immediately after test | 5 min | 20 min | 50 min | |
| Hematocrit (%) | 36.75 ^c | 51.75 ^a | 45.5 ^b | 38.5 ^c | 38.5 ^c | 6.35 |
| Red blood cells (million/mm ³) | 7.87 ^b | 10.36 ^a | 9.27 ^a | 8.58 ^b | 8.18 ^b | 7.99 |
| Hemoglobin (g/dL) | 12.6 ^c | 17.38 ^a | 15.33 ^b | 13.88 ^b | 13.13 ^c | 6.93 |
| MCV (pg) | 46.95 | 49.99 | 49.23 | 48.07 | 46.99 | 3.57 |
| MCHC (µm ³) | 34.35 | 33.63 | 33.76 | 33.81 | 34.28 | 1.71 |
| Platelets * | 235250 | 239750 | 226000 | 221500 | 291250 | |
| Total leukocytes (10 ³ /mm ³) | 7.625 | 9.300 | 8.425 | 8.025 | 7.500 | 12.46 |
| Monocytes (10 ³ /mm ³) | 205.5 | 218.5 | 210.75 | 277.75 | 150 | 19.47 |
| Neutrophils (10 ³ /mm ³) | 4725.5 | 5602.5 | 4823 | 4643.5 | 4753 | 16.63 |
| Lymphocytes (10 ³ /mm ³) | 2421 ^b | 3336.75 ^a | 3091 ^a | 2862 ^a | 2394.7 ^b | 15.64 |
| Eosinophils (10 ³ /mm ³) | 306.75 | 186 | 306.75 | 288.75 | 201.75 | 45.99 |
| Ratio (neut/lymph 10 ³ /mm ³) | 1.98 | 1.71 | 1.6 | 1.73 | 2.04 | 16.19 |

Averages followed by distinct letters in the line represent difference by the Scott-Knott test (P<0.05). *Medians followed by distinct letters in the line represent difference by the Friedman test (P<0.05) with Dunn's after-test. MCV: mean cell volume, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que o tipo de exercício físico imposto levou a uma elevação significativa da maioria das variáveis analisadas, demonstrando ser eficaz para observação e avaliação do comportamento das variáveis fisiológicas, bioquímicas e hematológicas diante os estímulos de alta intensidade e curta duração.

O teste proposto demonstrou ser de fácil aplicação e reprodução a campo, podendo ser uma ferramenta prática no acompanhamento e avaliação dos efeitos do treinamento nas modalidades competitivas que necessitam grande esforço físico dispendido em um curto intervalo de tempo.

Os resultados indicaram boa adaptação ao tipo de treinamento, de modo a manter a integridade física e obter o melhor desempenho na atividade física exigida.

Diante dos resultados aqui obtidos é sugerido que se realize mais estudos envolvendo modalidades esportiva com exigência física de alta intensidade e curta duração, visto que fisiologicamente são pouco estudadas.

Agradecimentos. - Os autores agradecem a Fazenda Brejo na pessoa de Steve Bezerra pela possibilidade de realização desta pesquisa, ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (Procad/CNPq) pelo auxílio financeiro (88881.068412/2014-01).

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, D. M. Lower airway function: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, p.193-209., 2008.

ALLEN, B. V., POWELL, D. G. Effects of training and time of day of blood sampling on the variation of some common hematological parameters in normal thoroughbred racehorses. In: SNOW, D.H. et al. **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta, 328p., 1983.

CARLSON, G.P. Hematology and body fluids in the equine athlete: a review. In: GILLESPIE, J.R.; ROBINSON, N.E. **Equine Exercise Physiology**. Davis: ICEEP Publications, p. 393-425, 1987.

CASTRO, T.F. Indicadores de performance esportivo em equinos. 16p. Indicadores de performance esportivo em equinos. **Tese** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.

CLAYTON, H.M. **Conditioning sport horses**. Mason: Sport Horse Publications, , 242p., 1991.

COELHO, C. S.; LOPES, P. F. R., PISSINATI, G.L., RAMALHO, L. O., SOUZA, V. R. C., Influência do exercício físico sobre sódio e potássio séricos em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços submetidos à prova de laço em dupla. **R. bras. Ci. Vet.**, v. 18, n. 1, p. 32-35, jan./abr. 2011.

COENEN, M. Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. **Livest. Prod. Sci.**, v.92, p.131-145, 2005.

DEMONCEAU. T. **O Cavalo Atleta**. 2013. Disponível em: <http://www.maragatapolo.com.br/cavalos/15/3/2013/o-cavalo-atleta> Acesso em: 15/07/2015.

DÍAZ, P. A. **Evaluación del efecto del entrenamiento sobre las características histoquímicas, inmunohistoquímicas y morfométricas del músculo Gluteus**

medius en equinos mestizos. Memoria de título Med. Vet. Universidad de Concepción, Fac. Med. Vet. Chillán, Chile. 2002.

EVANS, D. **Training and Fitness in Athletic Horses.** Barton: RIRDC. 71p., 2000.

GOMIDE, L. M. W. et al. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v.36, n.2; p.509-513, 2006.

HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horses: principles and practice of equine sports medicine.** 1a ed. Philadelphia: Saunders Company, 1994.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento **MAPA, 2016. Disponível em:** <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>; **Acessado em: Agosto/2016.**

LACERDA-NETO, J.C. et al. Efeitos do resfriamento intermitente e de repositor eletrolítico sobre a osmolalidade e eletrólitos séricos de equinos submetidos a exercício de baixa intensidade. **Revista Portuguesa Ciência Veteterinária**, v.98, p.189-195, 2003.

LACERDA. J.C.N. Respostas orgânicas ao exercício. In: **Simpósio de Nutrição de Equinos**, 1. Campinas, 2004.

MARC. M.; PARVIZI. N.; ELLENDORFF. F.; KALLWEIT. E.; ELSAESSER. F. **Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status.** Journal of Animal Science, v. 78, p. 1936-1946, 2000.

MARQUES, M. S. **Influência do exercício físico sobre os níveis de lactato plasmático e cortisol sérico em cavalos de corrida.** 2002, 70 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

MCCUTCHEON, L. J; GEOR, R. J. Thermoregulation and exercise-associated heat stress. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise**

Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse. Philadelphia: Elsevier. p.382-394, 2008.

McGOWAN, C. Clinical Pathology in the Racing Horse: The role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. **Vet. Clinics - Equine Practice**, v. 24, p. 405-421, 2008.

MIRIAN, M. **Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem hipismo clássico**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Artmed, Porto Alegre, 907 p. 2014.

PICCIONE, G.. et al. Acid-base balance assessment during exercise in the show jumping horse. **Folia Veterinaria Latina**, v.47, p.91-94, 2003.

RINK. B. **Desvendando o Enigma do Centauro**. Equus Brasil, 2008.

SANTOS. V.P. **Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico**. Tese de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 94p., 2006.

SANTOS, T. V. G. **Variáveis fisiológicas e bioquímicas em cavalos atletas**. Areia: UFPB. 16 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - UFPB, 2014.

SECANI, A., LÉGA, E. Fisiologia do exercício equino. **Nucleus Animalium** 1, 53-65. 2010.

SILVA, L.A.C. et al. Adaptação do cavalo pantaneiro ao estresse da lida diária de gado no pantanal, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 206, p. 509-513, 2005.

SILVA, M. A. G. **Concentração de lactato, eletrólitos e hemogasometria em equinos não treinados e treinados durante testes de esforço progressivo**. 2008. 108f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

SNOW, D.H; GUY, P.S. Muscle fibre type composition of a number of limb muscle in different types of horse. **Res. Vet. Sci.** **28**, 137–44. 1980.

SOUZA LIMA. R. A.; SHIROTA, R.; CAMARGO BARROS, G. S. Estudo do complexo do agronegócio cavalo. Centro de estudos avançados em economia aplicada, Piracicaba, 2006.

THOMASSIAN, A. et al. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian J. of veterinary research and animal science**, v.44, n.3, p.183-190, 2007.

WESTERMANN, C.M.; DORLAND. L.; WIJNBERG, I.D.; DER VELDEN, D.S-v.; VAN BRED, E., BARNEVELD, A., DE GRAAF-ROELFSEMA, E., KEIZER, H.A.; VAN DER KOLK, J. H. Amino acid profile during exercise and training in Standardbreds. **Res Vet Sci.** **9**, p.144–149, 2011.